

#6
09/389,318

EXHIBIT A

MUCORALES

EINE BESCHREIBUNG ALLER GATTUNGEN
UND ARTEN DIESER PILZGRUPPE

VON

H. ZYCHA UND R. SIEPMANN

MIT EINEM BEITRAG ZUR GATTUNG MORTIERELLA

VON
G. LINNEMANN

MIT 155 ABBILDUNGEN



D-3301 LEHRE
VERLAG VON J. CRAMER

1969

4. Familie: MORTIERELLACEAE

Die Familie ist gekennzeichnet durch die Ausbildung von ein- bis vielsporigen S p o r a n g i e n, denen jedoch eine in das Innere des Sporangiums vorgewölbte, typische C o l u m e l l a fehlt. Z y g o t e n sind nur bei einem Teil der Arten bekannt.

Nur bei der Gattung *Mortierella* ist die Zugehörigkeit zu den Mucorales nachgewiesen. Die übrigen Gattungen sind auf Grund der Sporangienart von den Autoren den Mortierellaceae zugeordnet worden. Ihre Zugehörigkeit zu dieser Familie ist daher noch zweifelhaft.

Die Gattung *Haplosporangium* halten mehrere Autoren wegen der großen Ähnlichkeit mit *Mortierella* nicht für berechtigt (Björling 1936); sie soll hier jedoch aufrecht erhalten werden.

Gattungen der Mortierellaceae

1. Sporangien meist vielsporig (2)
Sporangien ein- bis zweisporig II. *Haplosporangium* (S. 241)
2. Sporangienträger vom Substratmycel ausgehend, mehr oder weniger verzweigt
..... I. *Mortierella* (S. 155)
Sporangienträger an langer steriler Hauptachse, unverzweigt
..... III. *Dissophora* (S. 242)
Sporangien langgestreckt, mit Dornen IV. *Echinosporangium* (S. 244)

Herpocladium Schröter 1886, nomen dubium, da ungenügend beschrieben (fide Zycha 1935).

I. MORTIERELLA Coemans 1863

Bull. Soc. R. Acad. Belg., 2. sér. 15, 536.

Bearbeitet von G. Linnemann

Sporangienträger meist verzweigt, S p o r a n g i e n vielsporig, doch kann bei einzelnen Arten die Sporenzahl stark reduziert sein. Querwand zwischen Träger und Sporangium bei den meisten Arten flach oder uhrglasförmig gewölbt, doch bilden einige Arten auch eine kleine C o l u m e l l a und werden daher als Übergang zur Gattung *Mucor* betrachtet. Gemmen (Chlamydosporen) kommen sehr häufig vor, auch in Gestalt von "Stielgemmen" ("Stylosporen"), die meist eine stachelige oder warzige Oberfläche haben. Der Ölreichtum in Hyphen, Gemmen und Sporen kann sehr groß sein. Auf diesem beruht anscheinend nicht nur die lange Lebensdauer, sondern auch ein starker, alliumartiger G e r u c h, der allerdings den auch ölreichen Arten der Sect. *Isabellina* fehlt. Z y g o t e n wurden nur selten gefunden. Die

dichte Hyphenumhüllung der zuerst beschriebenen Zygoten von *M. nigrescens*, *M. rostafinskii*, *M. polycephala* und *M. renispora* legte die Vermutung nahe, daß dieser Zygotentyp charakteristisch für die Gattung *Mortierella* sei. Sie wurde jedoch widerlegt durch das Auffinden nicht umhüllter Zygoten durch Gams & Williams (1963) bei *M. parvispora* und durch Williams, Gray & Hitchen (1965) bei *M. marburgensis*.

Die große Zahl der beschriebenen Arten wird zweckmäßigerweise nach morphologischen Merkmalen in die folgenden 11 Sektionen eingeordnet.

Sektionen der Gattung *Mortierella*

1. Rasen niedrig, weiß oder farbig, Träger meist aus dem Substratmycel gebildet A. Sect. *Isabellina* (S. 156)
Rasen meist weiß, wattig; Träger meist aus dem Luftmycel entstehend (2)
2. Stylosporen vorhanden (3)
Keine Stylosporen (4)
3. Nur Stylosporen vorhanden, keine Sporangien B. Sect. *Stylospora* (S. 164)
Außer Stylosporen auch Sporangien vorhanden C. Sect. *Polycephala* (S. 170)
4. Die Seitenäste entstehen aus einer vesikelartigen Anschwellung des Trägerendes D. Sect. *Ambigua* (S. 184)
Sporangienträger ohne solche Vesikel (5)
5. Sporangienträger klein, etwa bis 200 μ (6)
Träger höher, meist über 200 μ (7)
6. Sporangienträger unverzweigt E. Sect. *Alpina* (S. 187)
Sporangienträger verzweigt F. Sect. *Minutissima* (S. 200)
7. Sporangienträger unverzweigt oder sehr wenig verzweigt ... G. Sect. *Elongata* (S. 209)
Träger verzweigt (8)
8. Verzweigung der Träger cymös-sympodial H. Sect. *Hygrophila* (S. 219)
Verzweigung cymös und racemös I. Sect. *Mutabilis* (S. 231)
Verzweigung mehr oder weniger scheindoldig, cymös oder racemös K. Sect. *Spinosa* (S. 234)
Verzweigung der Träger dichotom L. Sect. *Dichotoma* (S. 237)

A. Sectio *Isabellina*

Das ausgeprägteste Merkmal ist der niedrige samtige R a s e n, der oft gefärbt ist. Das Substratmycel ist im Gegensatz zu allen anderen *Mortierellen* nur wenig dichotom verzweigt; die Hyphen bedecken das Substrat in dichter Lage. Ein knoblauchartiger Geruch ist nicht vorhanden. Die Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit scheint ziemlich groß zu sein. Z y g o t e n sind bei keiner Art bekannt. Der von Möller (1903) beschriebene *Mucor ramannianus* weicht von dieser Gruppe nur durch das Vorhandensein einer, allerdings sehr kleinen Columella ab. Indessen sind auch bei *Mortierella isabellina* columellenartige Vorwölbungen vorhanden, die den Übergang von den columellalosen Formen zu der Art Möller's bilden.

fehlt, betrachtet Embree *M. vesiculosa* zwar als nahe verwandte, aber doch abzutrennende Art. M. E. ist die Ähnlichkeit dieser beiden Arten groß genug, um Marchal die Priorität zuzubilligen.

Belgien, auf Stroma von *Xylaria tulasnei*, auf Hasenlosung (Marchal 1891); England, Mäusekot (Embree 1963); Indien, Waldboden, pH 6,8 (Mehrotra & Mitarb. 1963); Japan, Erdprobe (Indoh & Kudo 1967).

E. Sectio Alpina

Aus Gründen der Übersicht wurden die unverzweigten kleineren Arten nicht in der nächsten Sektion untergebracht, was in mancher Beziehung besser wäre; denn es gibt Kümmerformen, bei denen sich die Verzweigung erst allmählich einstellt und die deshalb eine unsichere Stellung einnehmen. Linnemann (1941) betrachtet *M. renispora* Dixon-Stewart (1932) und *M. thaxterii* Björling (1936) als Synonym bzw. als Varietät von *M. alpina*. Zwar haben diese 3 Arten sehr große Ähnlichkeit, doch haben mich einige nicht unwesentliche Merkmale veranlaßt, *M. renispora* und *M. thaxterii* wieder als selbständige Arten zu führen.

Wenn auch dieser Sektion ziemlich unterschiedliche Arten zugeordnet sind, so gibt es jetzt darin mehrere, die zu dem engsten Formenkreis von *M. alpina* gehören. Die von Wolf (1954) in diese Sektion eingeordnete, von ihr als neue Art beschriebene *M. arcuata* erscheint mir sehr zweifelhaft. Die angegebene Größe der Sporen von $0,5 \mu$ ist sehr fraglich, desgleichen die der Sporangien von $5 - 10 \mu$.

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Sporangienträger immer unverzweigt | (2) |
| Sporangienträger unverzweigt oder mit 1 - 2 Seitenästen | (13) |
| 2. Sporangien 1-sporig | (3) |
| Sporangien mehrsporig | (6) |
| 3. Träger winzig, unter 20μ lang, sehr schmal | 32. <i>M. clausenii</i> (S. 188) |
| Träger über 20μ lang | (4) |
| 4. Gemmen vorhanden | 33. <i>M. monospora</i> (S. 189) |
| Gemmen fehlend | (5) |
| 5. Sporangien etwas flach gedrückt, Träger $20 - 120 \mu$ | 34. <i>M. schmuckeri</i> (S. 191) |
| Sporangien meist kugelig, Träger $25 - 35 \mu$ | 35. <i>M. tirolensis</i> (S. 192) |
| 6. Sporen länglich | (7) |
| Sporen mehr oder weniger kugelig | (9) |
| 7. Keine Gemmen (Träger bis 100μ) | 36. <i>M. alpina</i> (S. 193) |
| Gemmen vorhanden oder mehr oder weniger starke Mycel-Anschwellungen | (8) |
| 8. Träger bis 200μ , Sporangien 25μ , Gemmen stets vorhanden.. | 37. <i>M. renispora</i> (S. 194) |
| Träger bis 90μ , Sporangien $12 - 20 \mu$, Gemmen vereinzelt interkalar, außerdem unbe- | |
| stachelte Stielgemmen | 38. <i>M. thaxterii</i> (S. 195) |
| Träger bis 200μ , Sporangien 12μ , gemmenartige Anschwellungen mit kurzen aus- | |
| wachsenden Hyphen | 39. <i>M. alliacea</i> (S. 197) |

9. Sporen ca. 2 μ (10)
 Sporen größer (11)
 10. Sporen 2 - 3 μ , Gemmen fehlend 40. *M. pusilla* (S. 197)
 Sporen 1 - 2 μ , sehr starke Gemmenbildung 41. *M. nodosa* (S. 197)
 11. Sporangienträger zylindrisch, Sporen kugelig 2,3 - 4,6 μ oder oval bis 6 μ
 42. *M. subtilissima* (S. 198)
 Sporangienträger deutlich zur Spitze hin verjüngt (12)
 12. Gemmen annähernd kugelig, 6 - 15 μ 43. *M. antarctica* (S. 198)
 Gemmen langgestreckt, sehr groß, bis ca. 60 μ 44. *M. longigemmata* (S. 199)
 13. Sporangien 1-sporig 45. *M. insignis* (S. 200)
 (Sporangien mit vielen kleinen Sporen vgl. 56. *M. pulchella*)

32. *Mortierella clausenii* Linnemann 1958

Arch. Mikrobiol. 30, 265 - 266 (Abb. 2), Abb. 82

S u b s t r a t m y c e l schön rosettig, mit kleinen schmalen und etwas breiteren, bis etwa 1 cm langen Lappen. Hyphen in der Regel querwandlos und im Habitus durchaus mortierellenartig durch die ausgeprägte dichotome Verzweigung. Hyphenbreite 4 - 5 μ . **L u f t m y c e l** wenig ausgebildet, normalerweise breitet es sich spinnwebig bis etwas flockig aus (in feuchteren Kulturen bei etwa 15°C höher, dichter und tuffartig). **G e r u c h** nicht typisch, wenngleich nicht ungewöhnlich für die Gattung. **H y p h e n** außerordentlich ölfreich.

S p o r a n g i e n t r ä g e r zweigen als \pm dicht-wirtelig gestellte, sehr kurze Ästchen senkrecht von langen Lufthyphen ab; Länge 7 - 17 μ , Breite bis etwa 1 μ , im ganzen eher an Sterigmen erinnernd. **S p o r a n g i e n** nur mit einer etwa 5 - 6 μ großen, kugeligen bis etwas gedrückt kugeligen Spore, öfters mit großer Ölkugel. Durch austretendes Öl wird der Umriß der Spore manchmal unregelmäßig. Eine Verzweigung konnte bei den Trägern nie beobachtet werden. **G e m m e n** nicht vorhanden, jedoch sind Hyphenanschwellungen in Gestalt rhizoidenartiger Mycelverästelungen häufig. **Z y g o t e n** und **Anastomososen** unbekannt.

Die Form ist so auffallend, daß sie nicht den Eindruck einer *Mortierella* erweckt, wenngleich einer Mortierellacee. Jedoch ist sie nicht *Haplosporangium*, an welche Gattung sie durchaus erinnert. Die Ursprungshyphen der sehr feinen Träger sind hier nicht septiert, wie es Thaxter abbildet, die Träger nicht verjüngt und viel feiner. Die Aufstellung einer neuen Gattung erscheint mir nicht berechtigt, zumal über die geschlechtlichen Verhältnisse der Mortierellaceen so wenig bekannt ist. *M. schmuckeri* ist in vieler Weise ähnlich. Schweiz, Tessin, Erde aus einem Castanetum, pH 4,7 (Linnemann 1958).

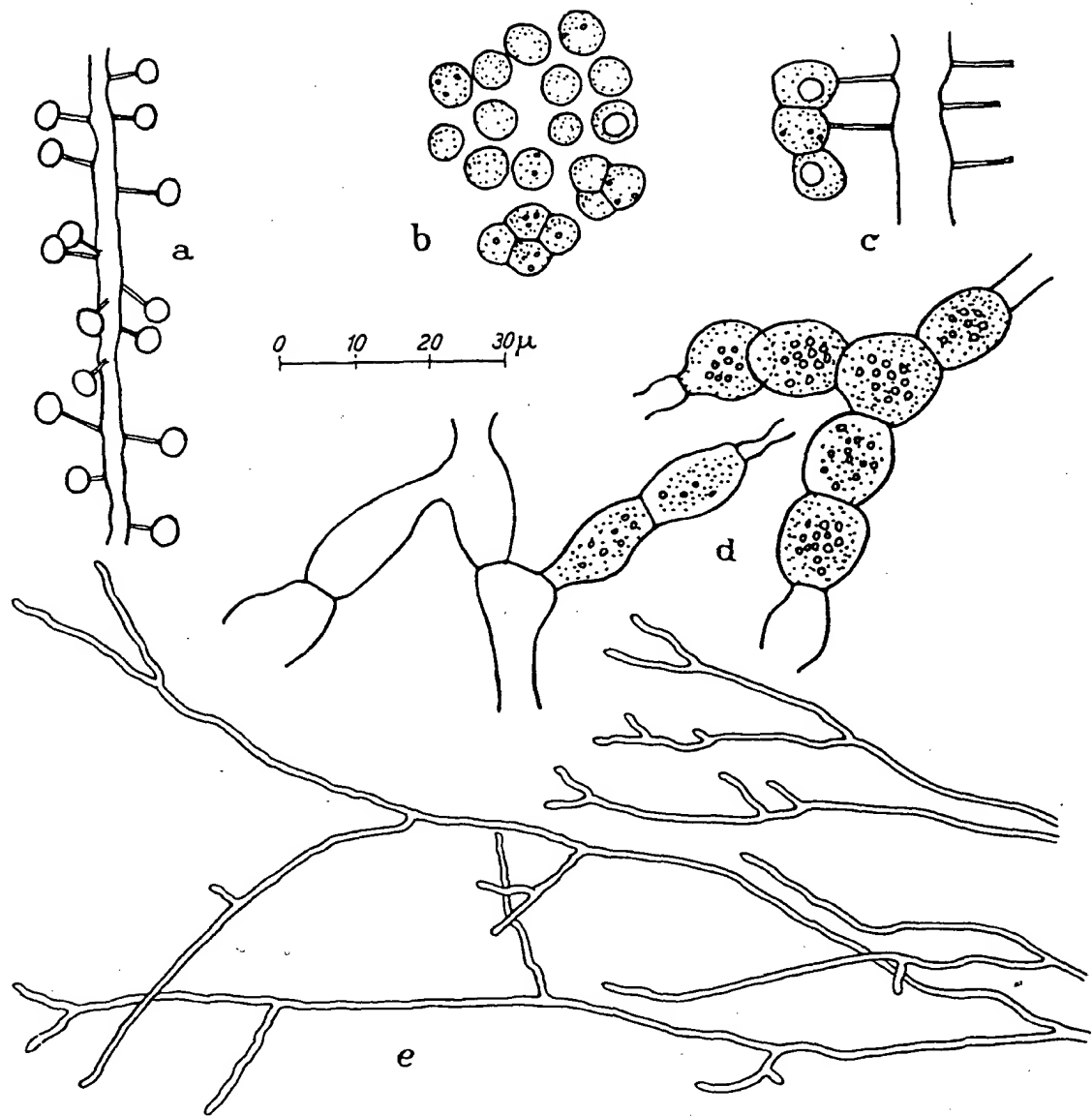


Abb. 82. *Mortierella clausenii*; a, c Sporangienträger, b Sporen, d Hyphenanschwellungen, e Substratmycel (n. Linnemann 1958)

33. *Mortierella monospora* Linnemann 1936

Flora 130, 210 - 211 (Abb. 18) Abb. 83

Substratmycel in konzentrischen, ca. 1 cm breiten Zonen, stellenweise in Lappen aufgeteilt, oder kleinlappiges Mycel mit gelegentlicher Zonenbildung. Luftmycel weiß, dicht, wattig, bis 1,5 cm hoch. Sporangienträger unverzweigt, manchmal recht spärlich und in dem dichten

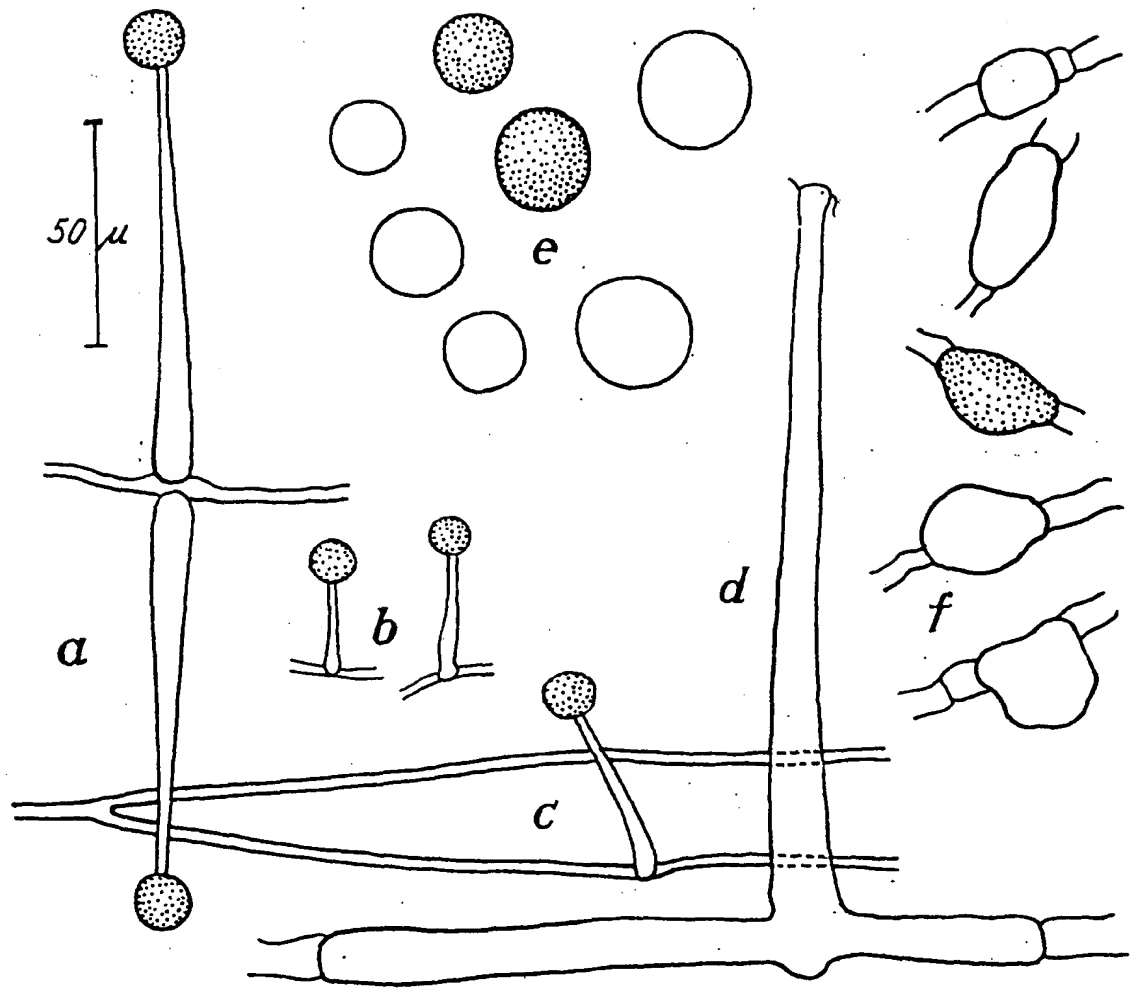


Abb. 83. *Mortierella monospora*; a—d Sporangienträger verschiedener Größe, e Sporen, f Mycelgemmen (n. Linnemann 1936)

ten Hyphengewirr schwer auffindbar, mit oder ohne Rhizoiden, senkrecht aus Lufthyphen, öfters in gegenständiger Anordnung und häufig leicht gebogen. Länge 30 - 95 μ , die Breite nimmt von 2 - 6 μ auf 0,2 - 2 μ ab. Sporangien mit nur einer kugeligen, farblosen Spore von 9 - 18 μ . Membran zerfließend, an dem vorgewölbten Trägerende einen kleinen, meist gut sichtbaren, etwas nach unten gebogenen Kragen hinterlassend. Gemmen zahlreich im Luftmycel, unregelmäßig geformt, häufig annähernd kugelig, etwa so groß wie die Sporen. Zygoten unbekannt. Geruch schwach knoblauchartig.

Deutschland, in Muschelkalkböden, in Kompost, im Gewächshaus, pH 6,5 (Linnemann 1936).

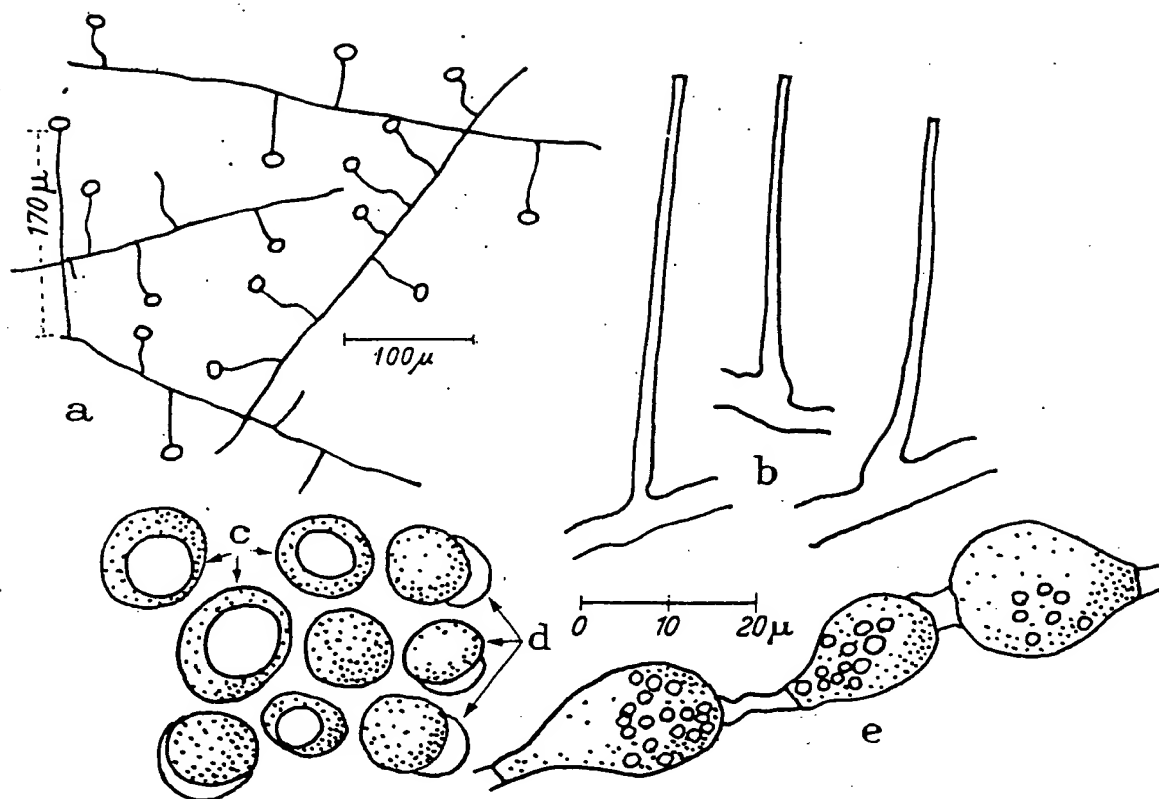


Abb. 84. *Mortierella schmuckeri*; Sporangienträger, Sporen, Hyphenanschwellungen (n. Linnemann 1958)

34. *Mortierella schmuckeri* Linnemann 1958

Arch. Mikrobiol. 30, 263 - 265 (Abb. 1) Abb. 84

S u b s t r a t m y c e l in kleinen bis mittelgroßen Lappen oder auch in etwa 1 cm breiten Zonen, Hyphen außerordentlich öltreich. L u f t m y c e l weiß, locker, wattig, in der Mitte etwas dichter. Sporangienträger manchmal erst in älteren Kulturen, sehr zart, einzeln, seltener zu zweien \pm senkrecht von Lufthyphen abzweigend, 20 - 120 (bis 170), meist 40 μ lang. Breite verschmälert sich von 4 - 5 μ an der Basis auf 1 - 2 μ unter dem Sporangium. Sporangien etwas flachgedrückt, meist 1-sporig. Sporen meist etwas oval, 8 - 10 \times 10 - 15 μ ; anfangs befindet sich eine ansehnliche Ölkugel in ihrer Mitte, später tritt das Öl häufig aus. Gemmen nicht beobachtet. Gemmenartige, Öl enthaltende Mycelanschwellungen treten gelegentlich in älteren Kulturen auf. Zygote nicht beobachtet, wenn auch gelegentlich reichlich Anastomosen. Geruch nicht typisch, wenngleich manchmal etwas lauchartig.

Mexiko, Queretaro, Erde in Opuntienbestand, pH 6,7 (Linnemann 1958).

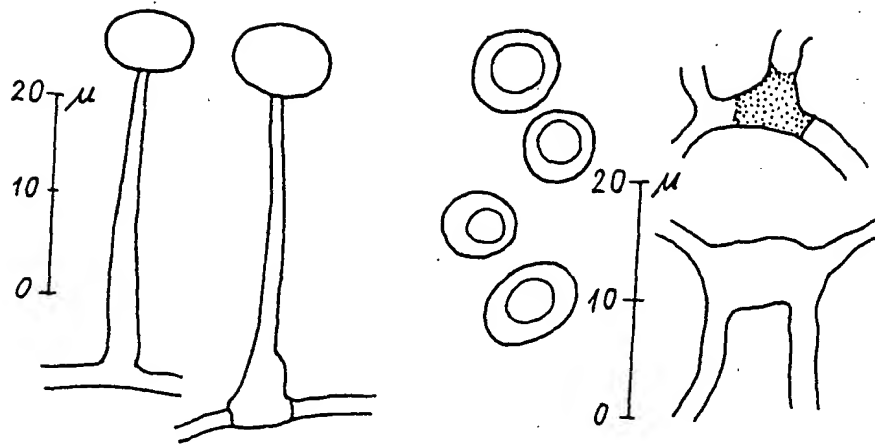


Abb. 85. *Mortierella tirolensis*; Sporangienträger, Sporen, Anastomosen (Orig.)

35. *Mortierella tirolensis* Linnemann n. sp.

Abb. 85

Substratmycel auf Malzagar sehr schön rosettig, kleinlappig; auf Bierwürze unausgeprägt. Luftmycel auf Malzagar spärlich, auf Bierwürze besser entwickelt. Sporangienträger stellen sich erst in älteren Kulturen ein. Sie sind 25 - 35 μ groß, unverzweigt, an der Basis bis auf etwa 6 μ geschwollen, zur Spitze hin stark verschmälert. Sporangien 1-sporig, 5 - 9 μ . Sporen mehr oder weniger kugelig, immer mit großer Ölkugel. Gemmen nicht beobachtet. Anastomosen auf Malzagar sehr reichlich; Hyphenknäuel nicht vorhanden. Geruch fehlend.

Italien, Südtirol, Franzensfeste, Südhang, unter *Pinus sylvestris*, pH 6,0 (isoliert 1954).

Mycelio substratum induente in parvos lobulos diviso. Mycelio aerio albo, vix substratum tegente. Hyphis sporangiferis non frequentibus, 25 - 35 μ altis, basi ca. 3 - 6 μ et apice ca. 2 μ crassis, ex hyphis aeriis provenienti; rhizoidiis carentibus; non ramosis. Sporangii monosporis; sporis globosis vel subglobosis, gutta olei magna munitis. Chlamydosporis et zygotis ignotis. Anastomosis frequentibus. Odore non typico.

Diese Art und 44. *M. longigemmata* konnten wegen des parasitischen Befalls durch *Ampelomyces* (Linnemann 1968) nicht in Reinkultur gehalten werden. 43. *M. antarctica* befindet sich im CBS in Baarn.

36. *Mortierella alpina* Peyronel 1913

Diss. Padova (Abb.) Abb. 86

Substratmycel mehr oder weniger kleinlappig mit Übergängen zu Zonen. Luftmycel spinnwebig zart, locker, reichlich. Sporangienträger einzeln an Lufthyphen, von diesen senkrecht abzweigend, öfters mit kurzen Rhizoiden an der Basis. Länge 50 - 100 μ , Breite von 4 - 5 μ an

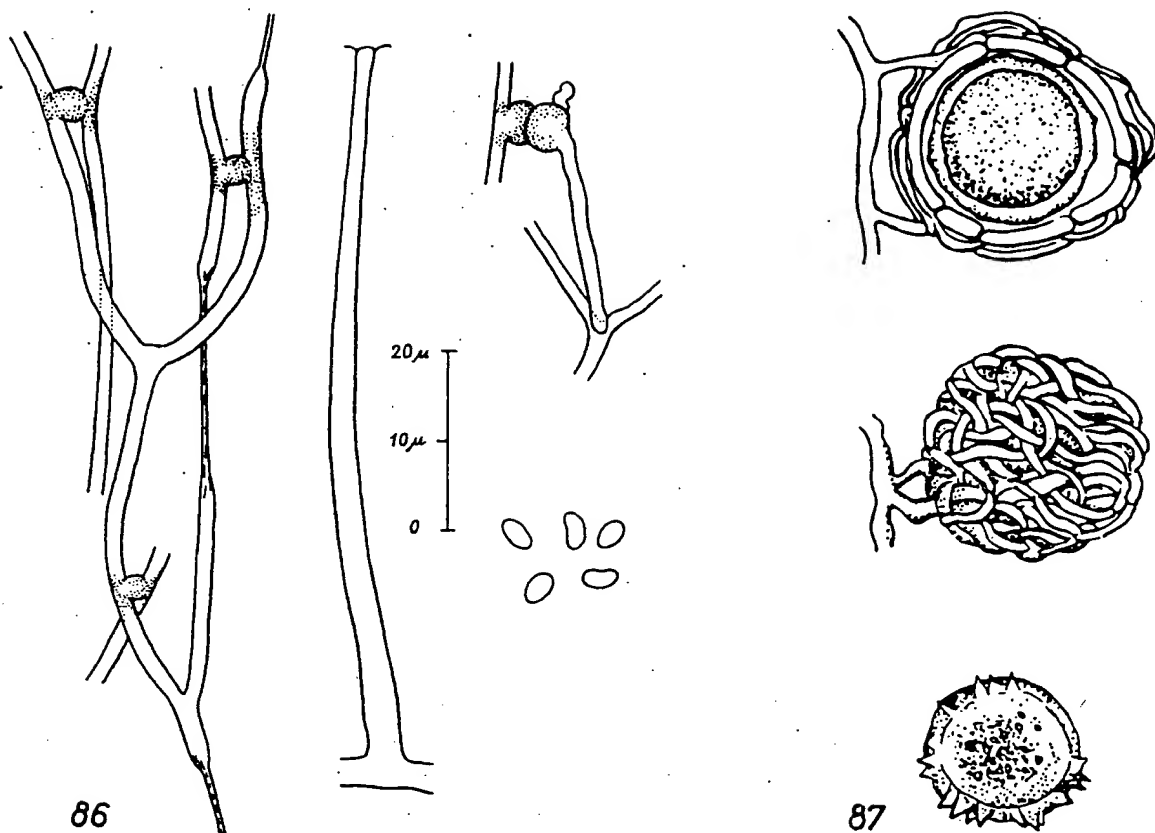


Abb. 86. *Mortierella alpina*; Sporangienträger, Sporen, Anastomosen (n. Linnemann 1941)

Abb. 87. *Mortierella renispora*; Zygoten (n. Dixon-Stewart 1932)

der Basis auf $1,2 - 2 \mu$ zum Sporangium hin abnehmend. Träger typisch pfriemlich, jedoch unmittelbar unterhalb des Sporangiums wieder ein wenig (fast apophysenartig) verbreitet, nicht verzweigt. Sporangien etwa $8 - 10 \mu$, kugelig. Membran glatt, zerfließend unter Zurücklassung eines deutlichen, schlüsselförmig gewellten Kragens. Manchmal an Stelle der Columella eine etwas kegelförmige Vorwölbung. Sporen hyalin, länglich, einzelne fast zylindrisch, etwa $2 \times 3 - 4 \mu$, sehr zart, ohne oder mit Öl. Bei einigen Stämmen waren die Sporen überwiegend gedrunken oval. Gameten nicht beobachtet. Geruch nicht typisch.

Diese Art bildet auffallend viel Anastomosen. Auch sind fast immer sehr viel Zygoten-ähnliche Hyphenknäuel vorhanden, die schon in jungen Kulturen auffallen; einige 100μ groß werden können und im Lauf der Zeit gelblich werden. Zwar sind Stadien zu beobachten, die Gametangien sehr ähnlich sind (Abb. 86), aber sehr bald von Hyphen umwachsen werden, so daß eine weitere Entwicklung nicht mehr zu erkennen ist. Eine genaue Untersuchung der Natur der Hyphenknäuel steht noch aus. Dixon-Stewart (1932) wies für die sehr ähnliche *M. renispora* die Zygoten-Natur der Hyphenknäuel nach.

Björling (1936) fand in solchem Hyphenknäuel bei der gleichfalls sehr nahe stehenden *M. thaxteri* im Innern nur eine Verflechtung von Hyphen. Linnemann (1941) erwähnte einen Stamm, der von den übrigen abwich, sowohl durch das Vorkommen (pH 3,7), als auch durch sehr kleinlappiges Mycel, auffallenden Reichtum an Sporangienträgern und durch das Fehlen von Hyphenknäueln. An stark spiralig aufgerollten Hyphen waren allerdings gelegentlich angeschwollene, etwas bogig aufeinander zugekrümmte, durch eine Querwand abgetrennte Bildungen, die man als Gametangienarme deuten konnte. Sonst ist das Auftreten von Hyphenknäueln so typisch für diese Art, daß sie als wichtiges Bestimmungsmerkmal zu werten ist.

Italien, in Walderde (Peyronel 1913); Deutschland, sehr häufig in verschiedenen Böden, vorzugsweise im pH-Bereich von 6,0 - 7,6 (Linnemann 1941 und neue Funde); England, in alkalischen Sand-Dünen-Formationen (Brown 1958), im Boden einer Kalkstein-Klippe, in Salzmarsch, Gibraltar (Turner & Pugh 1961); Frankreich, St. Guilhem-le-Désert, Alpilles (pH 8,4!), Korsika (Linnemann, neue Funde); Schweden, Abisco, 200 km nördl. des Polarkreises, pH 5,2 - 5,5 (Linnemann 1958); Mexico, Quiroya, 1600 m (Linnemann 1958); USA, Colorado, Erde unter *Pseudotsuga* (Linnemann).

Nach Brown (1958) wird die Art im Wachstum durch steigenden pH-Wert stimuliert; sie wächst noch bei 0° (eigene Beobachtung) und erträgt einen Salzgehalt von 4 % (Turner & Pugh 1961); sie wirkte stimulierend bei der Aufzucht höherer Pflanzen (Stevenson 1964), konnte unter besonderen Umständen ein Tabak-Virus in vitro hemmen (Bobyry 1959), wurde aber auch selbst durch eine *Cylindrosporium*-Art gehemmt (Reymond 1955).

37. *Mortierella renispora* Dixon-Stewart 1932

Trans. Brit. Myc. Soc. 17, 208 - 220 (Abb. 7a - i) Abb. 87

M. alpina s. Mehrotra & Mehrotra 1964

Mycel immer weiß, spärlich, wattig. Sporangienträger einfach, derber als die Hyphen, ohne Rhizoiden, mit breitem basalen Fuß, der von der Ursprungshyphe gebildet wird, 200 μ hoch, von 10 μ an der Basis auf 3 μ zur Spitze hin abnehmend. Sporangien farblos, 25 μ im Durchmesser, Membran zerfließend, einen basalen Kragen hinterlassend. Sporen 2 x 4 μ , leicht nierenartig, hyalin. Gemmen auf verschiedenen Nährböden beobachtet. Auf allen Medien wurden auch Zygoten gebildet, waren aber auf Czapeks Nährböden nicht zahlreich. Zygoten mit Hüllhyphen etwa 500 μ . Zygoten mit unregelmäßig rauher Oberfläche hellbraun, ohne Hüllhyphen etwa 30 μ . Auf Maismehlagar scheinen die Zygoten reifer zu werden, sie haben weniger Hüllhyphen, insgesamt 50 - 60 μ . Die die Zygoten bildenden Hyphen entstehen als 2 dünne Fäden aus demselben Mycelast.

Dixon-Stewart verglich ihre neue Art mit *M. alpina*. Sie sah einige Abweichungen im Vorhandensein der Zygoten, im basalen Fuß und in den größeren Maßen.

Frankreich, nach *Penicillium lilacinum* der häufigste Pilz in kultivierten Böden in 5 - 80 cm Tiefe (Guillemat & Montégut 1956). Australien, sandiger Lehm in Victoria (Dixon-Stewart 1932). Indien, in stark gedüngtem Boden unter *Madhuca latifolia* (Mehrotra, B. S. & B. R. Mehrotra 1964)

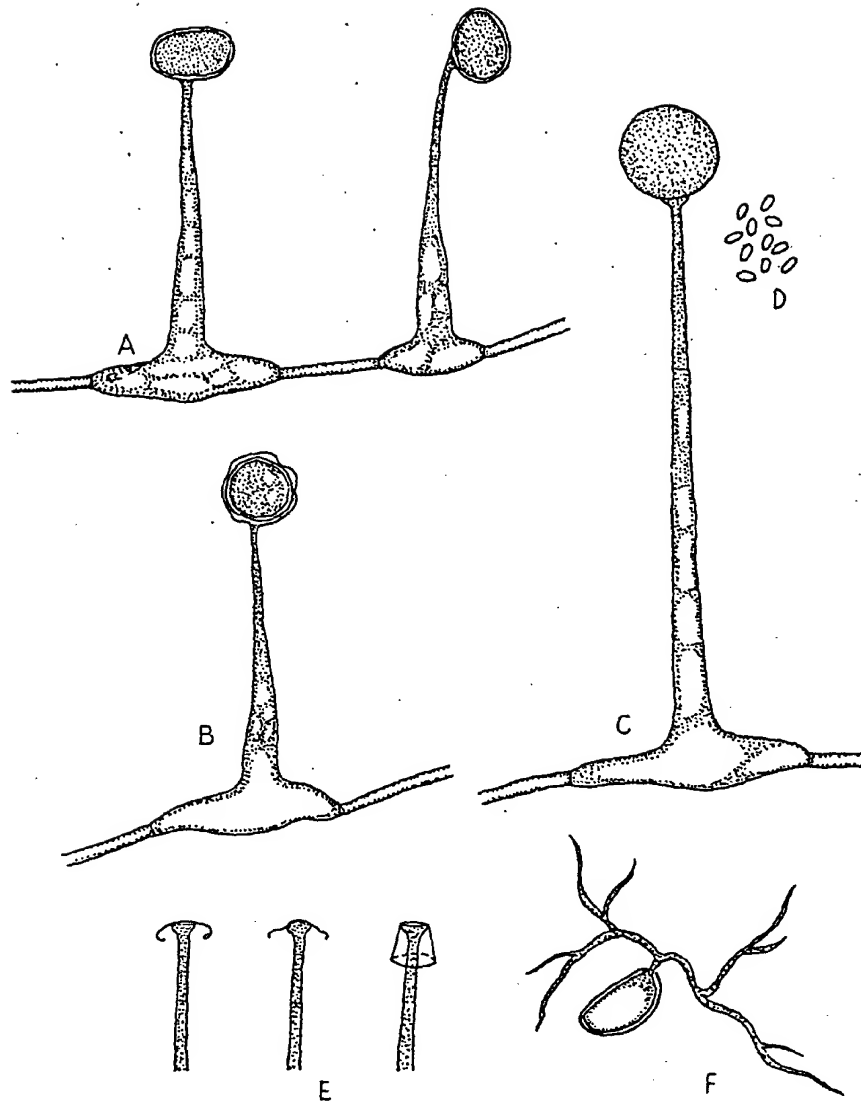


Abb. 88. *Mortierella thaxteri*; A, B Träger mit einsporigen Sporangiolen; C Träger mit vielsporigem Sporangium; D Sporen; E Kragenreste; F keimende Sporangiolenspore (n. Björling 1936)

38. *Mortierella thaxteri* Björling 1936

Bot. Notiser, 116 - 121 (Abb. 1 A - F) Abb. 88

Substratmycel dichtwellig, farblos, in jüngeren Kulturen geflammt. Luftmycel anfangs spinnwebig, später dicht. Sporangienträger aus geschwollenen, abgegrenzten Segmenten der Lufthyphen entstehend oder auch aus nicht abgegrenzten Segmenten des Substratmycels, 60 - 90 μ lang, von 5 - 7 μ auf 1,5 - 2 μ zur Spitze hin verschmälert, direkt unter dem

Sporangium leicht verbreitert. Sporangien, kugelig, 12 - 20 μ , viel-sporig, auf gewissen Substraten (Pepton- und Schnittbohnen-Agar) auch 1-sporig. Sporangienwand zerfließend, einen rückwärts gebogenen kleinen Kragen hinterlassend. Sporen ellipsoidisch, hyalin, 3,5 - 4 x 1,5 - 2 μ . Sporen der nur 1-sporigen Sporangien dickwandig, meist oval, oder auch kugelig bis fast dreieckig, etwa 8 - 14 x 6 - 8 μ . Gemmen vereinzelt im Substratmycel, interkalar, oval, etwa 10 - 14 μ lang. Zygoten nicht beobachtet. In älteren Kulturen 100 - 125 μ große kugelige Hyphenverflechtungen von gelbgrauer Farbe, die den Zygoten von *M. rostafinskii* und *M. nigrescens* sehr ähnlich sind, aber weder Zygoten noch Suspensoren enthalten.

Thaxter sah in dieser Art ein Bindeglied zwischen den Gattungen *Mortierella* und *Haplosporangium*.

Schweden, Lund, an Baumrinde (Björling 1936); Gibraltar, Salzmarsch (Turner & Pugh 1961).

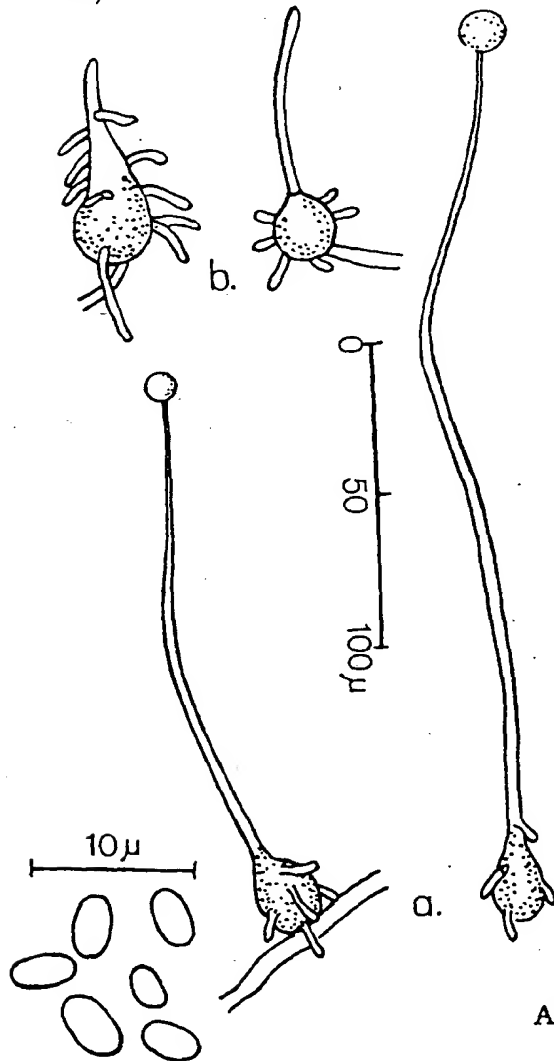


Abb. 89. *Mortierella alliacea* (n. Linnemann 1953)

39. *Mortierella alliacea* Linnemann 1953

Ztrbl. Bakt., II. 107, 225 - 227 (Abb. 1 u. 2) Abb. 89

S u b s t r a t m y c e l rosettig-strahlig. L u f t m y c e l weiß, gleichmäßig dicht, einige mm hoch. S p o r a n g i e n t r ä g e r zahlreich, etwas bogig aufsteigend, unverzweigt, meist $100 - 200 \mu$ lang, von $2 - 3 \mu$ auf $1,5 \mu$ verschmälert. S p o r a n g i e n etwa 12μ . S p o r e n länglich-zylindrisch, meist doppelt so lang als breit oder auch im Verhältnis schmäler, $2,5 - 3,7 \times (4) 5 - 7,5 \mu$. G e m m e n-artige Bildungen in Gestalt von sehr auffallenden, kugelig-länglichen, $20 - 60 \mu$ (im Extrem bis 120μ) großen Mycelanschwellungen, aus denen zahlreiche, oft hakig umgebogene (meist in gleichsinniger Richtung) kurze Hyphen hervorstechen. Z y g o t e n-ähnliche Hyphenknäuel nicht beobachtet. G e r u c h nicht typisch.

Diese Art scheint ziemlich zu variieren. Es wurden 2 Stämme gefunden, bei denen Sporangienträger aus den Anschwellungen gewachsen waren. Diese waren höher als vorher angegeben ($130 - 140 \mu$ bzw. bis 300μ) und die Sporen etwa $2,5 \times 4,0 \mu$. Bei einem Stamm waren auch Zygoten-artige Hyphenknäuel zu beobachten, er gleicht dadurch in verschiedener Hinsicht *M. alpina*. Ein anderer Stamm zeigte feingezontes oder unausgeprägtes Substratmycel und nur wenige Sporangienträger.

Deutschland, in Erdproben verschiedener Gegenden, pH 3,5 - 4,2 (Linnemann 1953). 1966 wurde noch ein weiterer Stamm (E 508) isoliert: mit feingezontem oder auch unausgeprägtem Substratmycel, sehr ölreichen Hyphen und nur vereinzelt Sporangienträgern. *Allium*-artige Verdickung 25μ . Hyphenknäuel nicht beobachtet.

40. *Mortierella pusilla* Oudemans 1902

Arch. néerland. des Sc. nat. 2. sér. 7, 266 - 298 (Abb.) Abb. 90

S u b s t r a t m y c e l immer weiß, wollig, sich in Form von Lappen sehr wenig überlagernd. Hyphen $2,5 - 10 \mu$. S p o r a n g i e n t r ä g e r $130 - 170 \mu$ hoch, $4 - 6 \mu$ breit zur Spitze hin leicht verschmälert. S p o r a n g i e n kugelig, hyalin, $24 - 28 \mu$. S p o r e n kugelig, hyalin, $2 - 2,5 \mu$, ohne Öltropfen. G e m m e n und Z y g o t e n unbekannt.

Holland, in Erde bei Bussum (Oudemans 1902). Gibraltar, *Salicornia*-Zone einer Salzmarsch (Turner & Pugh 1961).

41. *Mortierella nodosa* Wolf 1954

Ztrbl. Bakt. II, 107, 531 - 532 (Abb. 10)

S u b s t r a t m y c e l gestrichelt, in $7 - 8$ mm breiten Zonen. L u f t m y c e l dicht, weiß, wattig. S p o r a n g i e n t r ä g e r einzeln aus Luft-hyphen entstehend, ziemlich zylindrisch, $2 - 3 \mu$ breit und $100 - 200 \mu$ lang. Verzweigung sehr selten. S p o r a n g i e n $25 - 30 \mu$, vielsporig, Membran zerfließend. S p o r e n kugelig, $1 - 2 \mu$. G e m m e n sehr häufig, $20 - 30 \mu$, interkalar und terminal. Z y g o t e n nicht beobachtet. Geruch typisch als schwach, aber auch als stark angegeben.

Von Wolf in die Sektion *Elongata* eingereiht. Da die Sporangienträger aber nur 200 (150 - 230) μ lang sind, scheint die Einreihung in die Sektion *Alpina* richtiger.

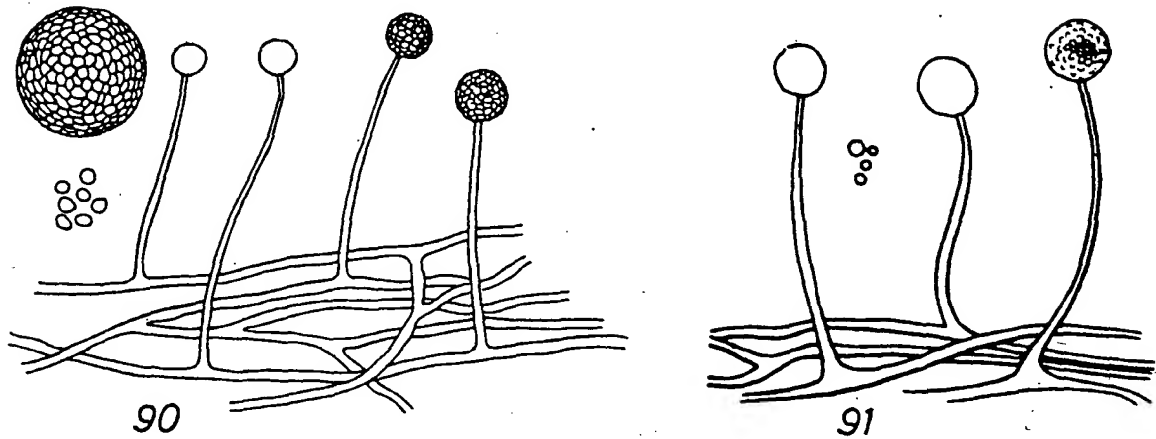


Abb. 90. *Mortierella pusilla* (n. Oudemans & Koning (1902 aus Linnemann 1941). Abb. 91. *Mortierella subtilissima* (n. Oudemans & Koning 1902 aus Linnemann 1941)

42. *Mortierella subtilissima* Oudemans & Koning 1902

Arch. néerl. Sc. nat. 2. sér. 7, 266 - 298 (Abb.) Abb. 91

Substratmycel weiß, wollig, gelappt, Hyphen 3 - 5 μ dick. Träger 130 - 200 μ , zylindrisch, 2,3 - 4,6 μ dick, unverzweigt. Sporangien kugelig, hyalin, 20 - 26 μ . Sporen kugelig oder oval, 2,3 - 4,6 μ oder 4 - 5 x 5 - 6 μ . Gemmen und Zygoten nicht bekannt.

Holland, in Erde bei Bussum (Oudemans & Koning 1902).

43. *Mortierella antarctica* Linnemann n. sp.

Abb. 92

Substratmycel nicht ausgeprägt, meist dichotome, leicht geschlängelte Hyphen. Luftmycel anfangs spinnwebig, spärlich; später wattig, tupfig. Hyphen ölreich, etwas unregelmäßig breit, meist 2 - 3 μ . Sporangienträger sehr zart und, vor allem in älteren Kulturen, schwer auffindbar; 20 bis etwa 75 μ lang, von 4 μ an der Basis auf 0,5 - 1 μ verschmälert. Sporangien bis etwa 20 μ , mehrsporig. Sporen kugelig, unregelmäßig länglich oder fast 3 - 4-eckig, sehr verschieden groß, 3 - 10 μ ; immer mit Ölkugeln, in den kleineren Sporen zahlreiche, in den großen meist nur eine. Gemmen in auffallend großer Menge schon nach kurzer Zeit, meist annähernd kugelig, 6 - 15 μ , interkalar, häufig fast kettenförmig hintereinander. Anastomosen oder Hyphenknäuel nicht beobachtet. Geruch schwach typisch.

Mycelio substratum induente non diviso, Hyphis pro parte dichotomis. Mycelio aërio albo, irregulariter distributo, in densos acervos parvos. Hyphis 2 - 3 μ crassis. Hyphis sporangiferis paucis, minutissimis, rhizoidiis carentibus, 20 - 75 μ longis, simplicibus, sursum de circiter 4 μ ad 0,5 - 1 μ attenuatis. Sporangii circiter 20 μ , paucis vel pluriis sporis continuentibus. Cuticula evanescente, collari basilari relinquentibus. Sporis globosis vel subglobosis, inaequalibus, globiis olei munitis, crassitudine varia, 4 - 10 μ . Anastomosis et Zygosporis ignotis. Odore indistincto vel typico.

In einer von 8 Bodenproben, die Prof. Dr. O. L. Lange im November 1966 aus der Antarktis mitbrachte, Nahe Hallett-Station (72°18' S, 170°18' O), Felsnische einer Klippe, die von oben und an ihren Seiten vom Gletscher umflossen wird. Frostboden.

Ich isolierte diese Art bisher als einzige aus antarktischen Bodenproben. Sie wuchs zunächst auf Malzagar sehr langsam. Später stand sie im Wachstum z. B. *M. alpina* nicht nach. Beide Arten keimten und wuchsen noch bei 0°C, wenn auch langsam. Die sehr ölreichen Sporen und die besonders große Zahl von Gemmen scheinen das Überleben unter den extremen Bedingungen des Standortes zu sichern.

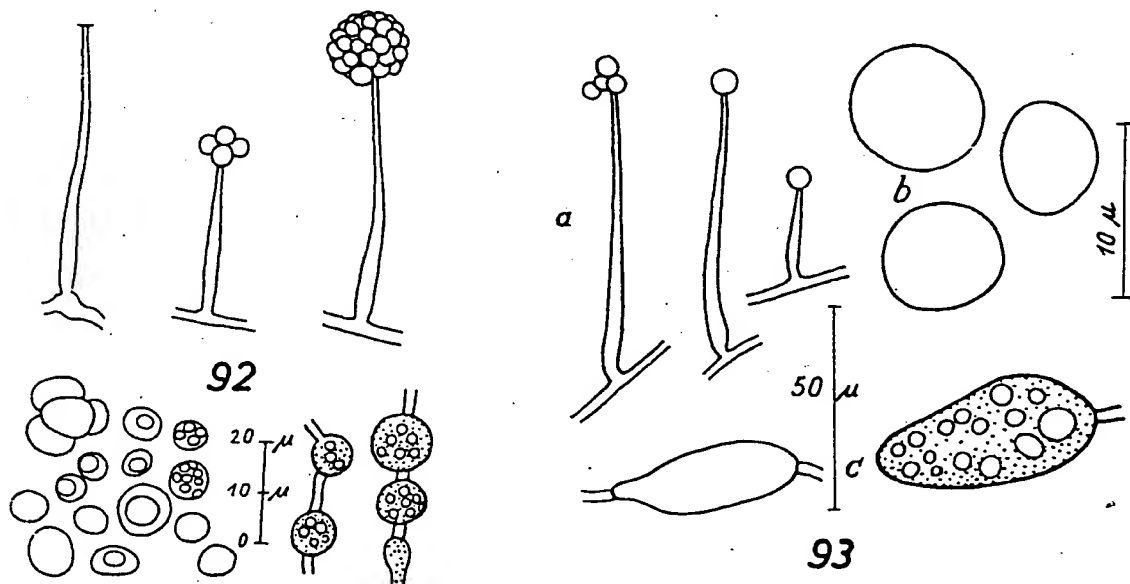


Abb. 92. *Mortierella antarctica* (Orig.). Abb. 93. *Mortierella longigemmata*, a Sporangienträger, b Sporen, c Gemmen (Orig.)

44. *Mortierella longigemmata* Linnemann n. sp.

Abb. 93

Substratmycel unausgeprägt, großlappig oder auch in 1 cm breiten Zonen. Luftmycel dichtwattig oder auch zarter, ziemlich ungleich. Sporangienträger unverzweigt, spärlich, zart, 50 - 150 (meist unter 100) μ lang. Sporangien ein- bis wenigsporig, ganz vereinzelt längere Träger mit vielsporigen Sporangien. Sporen kugelig bis kurz-oval, 5 - 9 μ .

G e m m e n interkalar, langgestreckt, auffallend groß, stark mit Öl gefüllt, manchmal mit einer kompakten Ölmasse, bis etwa $60\ \mu$ lang. G e r u c h meist typisch und stark.

Deutschland, Nassau, Erde aus Buchen-Bestand, pH 4,4; Hann. Münden, unter *Hypericum humifusum* und *H. pulchrum* (mehrmals), pH 3,9.

Mycelio substratum induente tum non diviso, tum in lobulos magnos diviso vel zonato (10 mm). Mycelio aereo denso, vel raro, inaequali. Hyphis sporangiferis non frequentibus, tenuissimis, rhizoidiis carentibus, $50 - 100\ \mu$, plerumque minutissimis, rariter maioribus. Sporangii monosporis vel cum paucis (rariter 20) sporiis praeditis. Sporis globosis vel subglobosis, $5 - 9\ \mu$. Chlamydosporis frequentibus, elongatis, ad $60\ \mu$ longis, denso globulis oleis praeditis. Odore typico forti.

45. *Mortierella insignis* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 34 (Tf. 4, Abb. 32) Abb. 94

S u b s t r a t m y c e l mit kleinen oder mittleren Lappen, strahlig. L u f t - m y c e l weiß, locker, hoch. S p o r a n g i e n t r ä g e r $75 - 120\ \mu$ lang, von etwa $5\ \mu$ an der Basis auf etwa $2,5\ \mu$ zur Spitze hin verschmälert, unverzweigt oder mit 1 - 2 Seitenästen, die ungefähr in der Mitte des Hauptträgers entstehen und etwa die halbe Länge erreichen; sie sind meist ziemlich waagrecht abgespreizt. S p o r a n g i e n einsporig, mit zerfließender Membran, die meist deutliche unregelmäßige Reste als Kragen hinterläßt. Gelegentlich findet sich an Stelle der Columella eine kleine kegelförmige Vorwölbung. S p o r e n kugelig, glatt, $10 - 22\ \mu$. G e m m e n und Z y g o t e n nicht beobachtet. G e r u c h typisch und stark.

Deutschland, Hann. Münden, Gartenerde, pH 7,1 (Linnemann 1941).

F. Sectio Minutissima

Die Arten dieser Sektion bilden keine verwandtschaftliche Gruppe, sie wurden nur der Übersicht wegen zusammengestellt. Sie haben alle kleine und verzweigte Sporangienträger. Stielgemmen fehlen.

Wolf 1954 beschrieb als neue Art, die sie in diese Sektion einordnete, *M. baccata*. Sie soll 1-sporig sein, aber die abgebildeten Sporangien enthalten überwiegend mehrere Sporen. Auch sollen die Träger nur bis $20\ \mu$ lang sein; jedoch ein verzweigter Träger hat in der Abbildung etwa $40\ \mu$ Länge. Diese Art scheint daher recht unsicher.

Die von Wolf 1954 hier eingeordnete *M. debilis* n. sp. erreicht eine Trägerlänge von $400\ \mu$, so daß sie besser in die Sektion Hygrophila paßt.

1. Verzweigung racemös mit quirlig gestellten Ästen 46. *M. oligospora*
Verzweigung cymös (2)
2. Verzweigung cymös-sympodial, Sporen ca. $2,5 \mu$ 47. *M. gracilis*
Verzweigung spärlich und unregelmäßig, überwiegend cymös; Sporen $4 - 12 \mu$, meist $5 - 7 \mu$ 48. *M. minutissima*
Verzweigung unregelmäßig (3)
3. Sporen länglich 49. *M. fatshederae*
Sporen kugelig (4)
4. (Sporangien 1-sporig, Träger etwa 30μ lang vgl. 1. *M. nana*)
Sporangien mehrsporig (5)
5. Sporen glatt (6)
Sporen mit feinwarziger Oberfläche 50. *M. verrucosa*
6. Sporangien ein- bis mehrsporig, Sporen $4,5 - 12 \mu$, Gemmen fehlend
..... 51. *M. marburgensis*
Sporangien stets mehrsporig, Sporen kugelig bis leicht oval, Gemmen vorhanden
..... 52. *M. microspora*

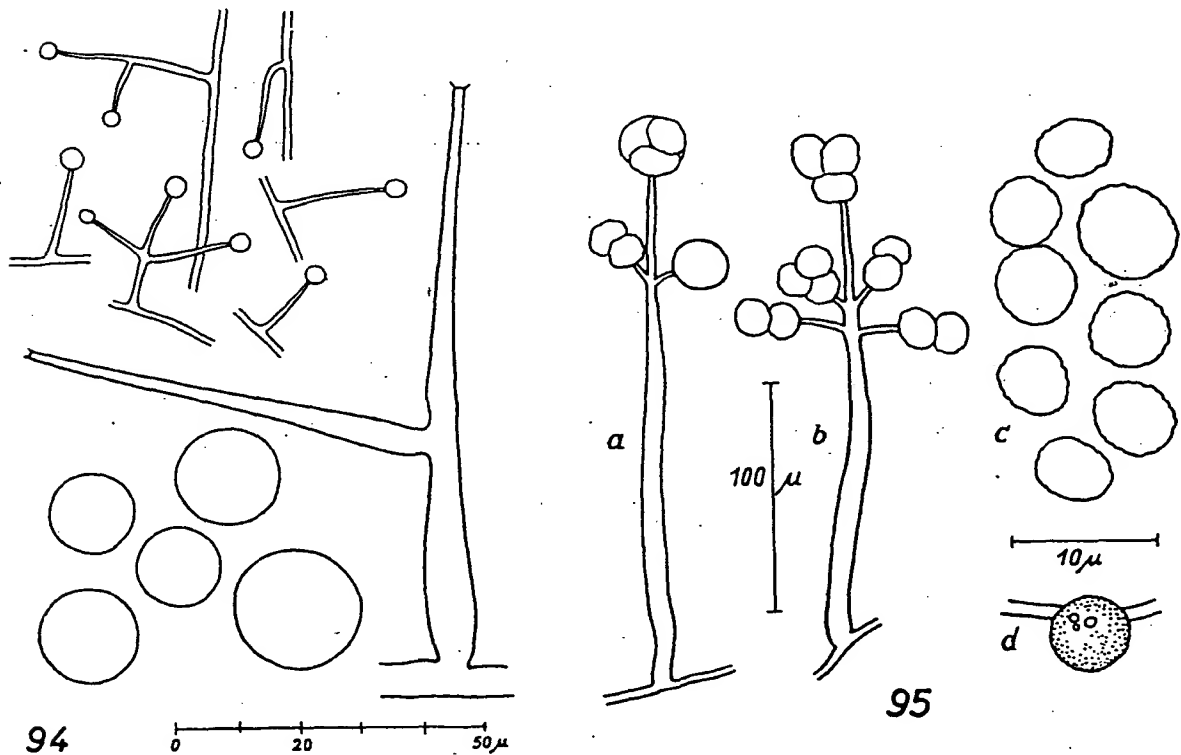


Abb. 94. *Mortierella insignis* (n. Linnemann 1941). Abb. 95. *Mortierella oligospora* (n. Linnemann 1941)

EXHIBIT B

CBS

CENTRAALBUREAU VOOR SCHIMMELCULTURES

BAARN - DELFT (The Netherlands)

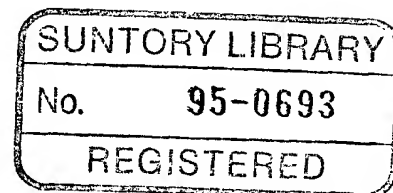
LIST OF CULTURES



FUNGI and YEASTS

33rd edition 1994

**Institute of the Royal Netherlands
Academy of Arts and Sciences**



**Collection participating in
MINE - MICROBIAL INFORMATION NETWORK EUROPE
Supported by the European Commission in its CEC BRIDGE Programme**

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

List

List of Cultures / Centraalbureau voor Schimmelcultures

Baarn : Centraalbureau voor Schimmelcultures

ISBN 90 - 70351 - 25 - 0

SISO 587 UDC 582.2/ .3 (083.81)

Trefw.: Schimmels; catalogi.

ISSN 0377 -0990

Copyright © 1994

Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, The Netherlands

price: hfl. 35,00

Cultures of Filamentous Fungi and Actinomycetes should be ordered from:

Centraalbureau voor Schimmelcultures,
Oosterstraat 1,
P.O. Box 273,
3740 AG Baarn, The Netherlands
Telephone +31 (0) 2154 81211
Telefax +31 (0) 2154 16142
Electronic Mail in Internet: INFO@CBSC.NL

Yeast cultures should be ordered from:

CBS, Yeast Division,
Julianalaan 67,
2628 BC Delft, The Netherlands
Telephone + 31 (0) 15 783214 (culture collection)
+ 31 (0) 15 782394 (identification service)
Telefax + 31 (0) 15 782355

Please address correspondence and cultures to either Culture Collection or Identification Service, as appropriate. Urgent orders will be sent by express post at an extra charge of Hfl. 10,-- per package.

Please note that in the Netherlands from October 10 1995 the telephone numbers will be changed

Telephone CBS Baarn + 31(0)35 5481211
Telefax CBS Baarn + 31(0)35 5416142
Telephone CBS Delft + 31(0)15-2783214 (culture collection)
+ 31(0)15-2782394 (identification service)
Telefax + 31(0)15-2782355

- 616.86 (ETH 9432); ex *Phragmites australis*, Switzerland; A. Leuchtmann; LY
- Morchella ambigua* Persoon - cond: CHA, MA2
492.61 Czechoslovakia; F.G. Färber; AG
- Morchella angusticeps* Peck - cond: CHA, MA4
288.63 hist: NRRL > S. Billeci; AG
- Morchella costata* Ventenat : Fries - cond: MA2, OA
278.62 (ATCC 64173); France; J. Boidin; AG
- Morchella crassipes* (Ventenat : Fries) Persoon - cond: CHA, MA2
289.63 hist: NRRL > S. Billeci; AG
274.88 Czechoslovakia; M. Szemerdziewa; AG
- Morchella deliciosa* Fries : Fries - cond: CHA, MA2
290.63 (ATCC 64174); hist: NRRL > S. Billeci; AG
276.88 USA, Illinois; R.V. Gessner; AG
- Morchella elata* Fries : Fries - cond: MA2, CMA
485.69 ex gravel, Netherlands; Proefstation v.d. Champignon-cultuur Horst; AG
170.73 Netherlands; P.J. Bels; AG
171.73A Netherlands; P.J. Bels; AG
171.73B Netherlands; P.J. Bels; AG
760.85 Canada, British Columbia; J.W. Paden; AG
- Morchella esculenta* Linnaeus : Fries - cond: CHA, MA2
292.34 Netherlands; AG
317.54 (IFO 8633); W.T. Jeffers; AG
291.63 hist: NRRL > S. Billeci; AG
369.68 Netherlands; AG
494.69 Netherlands; Proefstation v.d. Champignoncultuur Horst; AG
495.69 Netherlands; Proefstation v.d. Champignoncultuur Horst; AG
502.69 Netherlands; Proefstation v.d. Champignoncultuur Horst; AG
172.73 Netherlands; P.J. Bels; AG
263.82 Netherlands; AG
275.85 Netherlands; H.J. Wichers; AG
273.88 Czechoslovakia; M. Szemerdziewa; AG
275.88 Czechoslovakia; M. Szemerdziewa; AG
277.88 USA, Illinois; R.V. Gessner; AG
- Morchella hortensis* Boudier - cond: CHA, OA
273.49 (IFO 8634, ATCC 64175); France; R. Heim; AG
- Morchella vulgaris* Persoon : Fries - cond: CHA, MA4
231.55 (ATCC 64176); Hungary; G. Bohus; AG
- Mortierella acrotoma* W. Gams - cond: CMA, MA2
385.71 ex soil, India, Rajasthan; AG
386.71 T; ex soil, India, Rajasthan; AG
- Mortierella alliacea* Linnemann - cond: MA2, CMA
151.64 ex soil, Sweden; G. Hörling; AG
894.68 (VKM F-1526); ex alpine raw humus soil, Austria; K.H. Domsch; LY
106.78 ex gymnosperm litter, France; AG
377.85 ex root of *Pseudotsuga menziesii*, Germany; S. Schönhar; LY
- Mortierella alpina* Peyronel - cond: OA, MA2
210.32 AUT of *Mortierella renispora* Dixon-Stewart; ex sandy loam soil, Australia, Victoria; E. McLennan; LY
219.35 T of *Mortierella acuminata* Linnemann; Sabet; LY
224.37 (IMI 038598); ex soil, Hungary; G. Linnemann; AG
250.53 (NRRL 6302); ST of *Mortierella monospora* Linnemann; G. Linnemann; AG
343.66 (IFO 8568); ex tundra soil, USA, Alaska; K. Tubaki; LY
754.68 ex heavily manured soil, India; C.W. Hesseltine; AG
608.70 ex agricultural soil, Netherlands; J.W. Veenbaas-Rijks; AG
696.70 ex agricultural soil, Netherlands; J.W. Veenbaas-Rijks; AG
384.71A ex soil, India; LY
384.71C ex soil, India, Rajasthan; LY
387.71 ex soil, Spain; LY
527.72 MT A; ex pasture soil, USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; LY
528.72 MT B; ex pasture soil, USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; LY
529.72 MT B; ex pasture soil, USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; AG
- 920.85 (VPRI 12945); ex rhizosphere of *Gahnia radula*, Australia, Victoria; H.-Y. Yip; LY
921.85 (VPRI 12944); ex rhizosphere of *Gahnia radula*, Australia, Victoria; H.-Y. Yip; LY
396.91 ex *Salmo* sp., USA, Washington; H.C. Whisler; pathog: *Salmo*, killing juvenile fish; AG
- Mortierella ambigua* Mehrotra - cond: MA2, CMA
457.66 (VKM F-926); ex soil, Armenia; A.A. Milko; AG
521.80 ex dung, India; K.G. Mukerji; AG
450.88 Bayer; AG
- Mortierella amoeboides* W. Gams - cond: MA2, OA
889.72 T; ex *Chromelosporium* sp., Germany; W. Gams; AG
- Mortierella angusta* (Linnemann) Linnemann - cond: MA2, OA
293.61 (VKM F-1401, NRRL A-11301); NT; ex podzol soil, UK, England; W. Gams; AG
- Mortierella antarctica* Linnemann - cond: CMA, MA2
609.70 T; ex soil, Antarctica; G. Linnemann; AG
194.89 ex soil, Antarctica; G. del Frate; LY
195.89 ex soil, Antarctica; G. del Frate; LY
196.89 ex soil, Antarctica; G. del Frate; LY
397.91 ex *Salmo* sp., USA, Washington; H.C. Whisler; pathog: *Salmo*, killing juvenile fish; LY
- Mortierella armillariicola* W. Gams - cond: MA2, OA
914.73 T; ex *Armillaria mellea*, Netherlands; AG
105.78 ex *Armillaria mellea*, Netherlands; AG
- Mortierella bainieri* Costantin - cond: MA2, OA
220.35 (IMI 118822); Germany; G. Linnemann; LY
442.68 ex soil from pine forest, USA, Georgia; E.G. Kuhlman; LY
601.69 ex *Amanita pantherina*, Netherlands; LY
272.71 MT A; ex soil under *Pinus taeda*, USA, South Carolina; E.G. Kuhlman; AG
273.71 MT B; ex soil under *Pinus taeda*, USA, South Carolina; E.G. Kuhlman; LY
552.80 ex *Amanita citrina*, Germany; LY
508.81 ex *Hygrophorus olivaceo-albus*, Belgium; AG
- Mortierella basiparvispora* W. Gams & Grinbergs - cond: CMA, MA2
517.72 ex soil, Chile; J. Grinbergs; AG
518.72 T; ex soil, Chile; J. Grinbergs; AG
- Mortierella beljakovae* Milko - cond: OA, MA2
601.68 ex bark of *Pinus* stump, USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; AG
805.68 ex bark of root of *Pinus* sp., USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; AG
806.68 ex bark of root of *Pinus* sp., USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; AG
267.71 MT A; ex seedling of *Pinus taeda*, USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; AG
268.71 MT B; ex seedling of *Pinus taeda*, USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; AG
274.71 MT A; ex root of *Pinus taeda*, USA, South Carolina; E.G. Kuhlman; AG
275.71 MT B; ex root of *Pinus taeda*, USA, South Carolina; E.G. Kuhlman; AG
276.71 MT A; ex root of *Pinus taeda*, USA, South Carolina; E.G. Kuhlman; AG
123.72 (VKM F-1608); T; ex soil, USSR; L.A. Belyakova; AG
209.72 ex soil, USA, North Carolina; E.G. Kuhlman; AG
- Mortierella biramosa* van Tieghem - cond: MA2, CMA
550.80 ex rootlet of *Pseudotsuga menziesii*, Germany; S. Schönhar; LY
506.81 ex decaying fine root of *Pseudotsuga menziesii*, Germany; S. Schönhar; LY
- Mortierella bisporalis* (Thaxter) Björling - cond: MA2, V8
145.69 (VKM F-1525); ex *Tuber magnatum*, Italy; A.M. Fontana; AG
- Mortierella camargensis* W. Gams & R. Moreau - cond: CMA, MA4
221.58 T; ex sandy soil, France; J. Nicot; LY
- Mortierella capitata* Marchal - cond: CMA, MA2
648.68 (VKM F-1533, NRRL A-12039); T of *Mortierella vesiculosa* B.S. Mehrotra et al.; ex forest soil, India; C.W. Hesseltine; LY
859.70 ex pillbug gut, USA, North Carolina; E.G. Kuhlman;